

**PERCEPATAN KEMAMPUAN BERAKAR DAN  
PERKEMBANGAN AKAR STEK PUCUK *Shorea platyclados*  
MELALUI APLIKASI ZAT PENGATUR TUMBUH IBA**  
*Acceleration of rooting ability and root development of *Shorea platyclados*  
shoot cutting through application of IBA hormone*

Suryo Hardiwinoto<sup>1</sup>, Rixa Riyanti<sup>1</sup>, Widiyatno<sup>1</sup>, Adriana<sup>1</sup>, Widaryanti Wahyu Winarni<sup>1</sup>,  
Handojo Hadi Nurjanto<sup>1</sup>, dan Eko Priyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Agro No. 1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta, Indonesia  
email: suryohardiwinoto@yahoo.com

<sup>2</sup>PT. Sari Bumi Kusuma  
Jl. Adisucipto Km. 5,3 Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

Tanggal diterima: 4 Januari 2016, Tanggal direvisi: 18 Januari 2016, Disetujui terbit: 27 Juni 2016

**ABSTRACT**

*Shorea platyclados* is one of fast growing Dipterocarp species for enrichment planting in Logged Over Area (LOA) of tropical rain forests. One of the constrain to supply the seedling for support enrichment planting is the irregular flowering of *S. platyclados*. Moreover, the vegetative propagation is an alternative method to provide the sustainable seedling for enrichment planting in the LOA. This experiment was carried out to assess the effects of IBA concentrations on rooting ability, the primary and secondary root length, and the accumulated number of primary and secondary roots on shoot cutting of *S. platyclados*. The research was conducted in Completely Randomized Design (CRD) with 5 replications. The treatment was five concentrations of IBA, i.e. 0 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, and 100 ppm. The data were analyzed using one-way analysis of variance (one way ANOVA) to determine the effect of IBA concentration variation among the treatments. The Duncan Multiple Range Test (DMRT) was used for multiple comparisons among the means of treatment at  $\alpha=5\%$ . Results showed IBA concentrations significantly affected the rooting ability, the primary and secondary root length of shoot cutting ( $P < 0.05$ ). On the other hand, the number of primary and secondary roots was not significantly different among treatment ( $P > 0.05$ ). For rooting ability, 100 ppm of IBA concentration was the highest of all treatments. Meanwhile, 75 ppm of IBA concentration was the best treatment for development of root, i.e. the number of primary roots, the length primary and secondary roots.

**Keywords:** IBA, rooting ability, root development, *Shorea platyclados*

**ABSTRAK**

*Shorea platyclados* merupakan salah satu jenis *fast growing* meranti yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai tanaman pengayaan pada hutan tropis sekunder. Salah satu hambatan dalam penyediaan bibit secara generatif untuk mendorong program tersebut adalah pembungaan yang bersifat tidak teratur. Untuk itu upaya perbanyakan vegetatif merupakan suatu alternatif untuk mensuplai bahan tanaman guna penanaman pengkayaan pada hutan tropis sekunder. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dosis hormon IBA terhadap kemampuan berakar, panjang akar primer dan sekunder, serta jumlah akar primer dan sekunder pada stek pucuk *S. platyclados*. Penelitian dilaksanakan dengan rancangan *Completely Randomized Design* (CRD) dengan 5 ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah 5 konsentrasi IBA, yaitu, 0 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varians satu arah (ANOVA) dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha=5\%$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi IBA memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kemampuan berakar, panjang akar primer dan panjang akar sekunder stek pucuk. Di sisi lain pemberian konsentrasi IBA pada berbagai dosis tidak memberikan efek yang berbeda terhadap variable jumlah akar primer dan sekunder ( $P > 0,05$ ). Konsentrasi IBA 100 ppm menghasilkan kemampuan berakar tertinggi, sedang konsentrasi IBA 75 ppm memberikan dampak yang optimal terhadap perkembangan akar (jumlah dan panjang akar primer serta sekunder) dibandingkan dengan perlakuan lain.

**Kata kunci:** IBA, kemampuan berakar, perkembangan akar, *Shorea platyclados*

## I. PENDAHULUAN

*Shorea platyclados* merupakan kelompok tanaman Dipterocarpaceae yang masuk dalam Genus *Shorea* dan dapat hidup pada ketinggian 300 - 1.200 m dpl, tetapi mempunyai pertumbuhan yang optimum pada ketinggian 750 - 1.000 m dpl (Ashton, 1982; Appanah & Weinland, 1993; Newman et al., 1996a; Newman et al., 1996b). Jenis tanaman ini banyak ditemukan di pegunungan Kalimantan, Sumatra, dan Semenanjung Malaysia. *S. platyclados* merupakan salah satu jenis unggulan untuk kelompok dipterocarps yang direkomendasikan untuk kegiatan penanaman pengayaan (*enrichment planting*) dan rehabilitasi *Logged Over Area* (LOA) hutan hujan tropika di Indonesia. Hal ini didasarkan pada hasil uji spesies umur 6,5 tahun di Kalimantan Tengah yang menunjukkan bahwa tanaman ini mempunyai mempunyai riap dbh dan tinggi tanaman tertinggi yaitu adalah 2,56 cm/tahun dan 1,33 m/tahun (Widiyatno et al., 2014).

Upaya penanaman pengkayaan LOA dengan menggunakan *S. platyclados* dalam skala yang luas akan memerlukan bibit dalam jumlah besar dengan tata waktu yang tepat. Akan tetapi upaya pengadaan bibit secara generatif dalam jumlah besar dan berkesinambungan untuk kegiatan rehabilitasi LOA menghadapi beberapa hambatan, yaitu pembungaan massal terjadi pada interval waktu yang tidak teratur antara 1-6 tahun (Numata et al., 2003, 2012; Subiakto, 2006), dan buahnya yang mempunyai sifat tidak bisa disimpan dalam periode yang lama (*recalcitrant seed*) (Sasaki, 1980). Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memperbanyak secara vegetatif berupa stek pucuk.

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan pengakaran stek pucuk adalah adanya zat pengatur tumbuh (ZPT). ZPT dalam tanaman terdiri dari 5 kelompok yaitu auksin, sitokinin, giberelin, etilen dan inhibitor;

dan di antara ZPT tersebut yang terpenting adalah auksin (Abidin, 1985). Pemberian auksin pada stek bertujuan untuk meningkatkan persentase perakaran, mempercepat pertumbuhan akar, meningkatkan jumlah dan kualitas akar yang terbentuk dan meningkatkan keseragam akar (Hartman et al., 1990). Di antara banyak jenis auksin adalah *Indole Butyric Acid* (IBA) yang merupakan senyawa auksin yang paling banyak digunakan dan merupakan bentuk yang terbaik serta dianjurkan penggunaannya untuk merangsang perakaran pada stek (Hartman et al., 1983; Hunt et al., 2011).

Berkenaan dengan hal ini maka diperlukan pengembangan paket teknologi pembiakan vegetatif *S. platyclados* melalui stek pucuk untuk mendukung pengadaan bibit dalam jumlah besar dan berkesinambungan setiap tahun. Untuk itu penelitian mengenai “Percepatan Kemampuan Berakar dan Perkembangan Stek Pucuk *S. platyclados* melalui Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh IBA” diharapkan dapat mendukung keberhasilan dan keberlangsungan program pengayaan pada areal hutan sekunder. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dosis hormon IBA terhadap kemampuan berakar, pertumbuhan panjang akar primer (PAP) dan sekunder (PAS), serta jumlah akar primer (JAP) dan sekunder (JAS) pada stek pucuk *S. platyclados*.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Persemaian Km 53 PT. Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah. Materi stek pucuk *S. platyclados* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kebun pangkas yang dibangun dari perbanyakan generatif (biji) hasil eksplorasi buah tahun awal 2005. Biji tersebut kemudian disemaikan di persemaian selama 8 bulan dan digunakan untuk membangun kebun pangkas pada tahun 2006, dengan jarak tanam 75 x 75 cm.

## B. Bahan dan alat penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan rancangan *Completely Randomized Design* (CRD) dengan 5 ulangan, dimana setiap ulangan terdiri atas 5 stek pucuk. Perlakuan yang diujikan dalam penelitian ini adalah 5 konsentrasi ZPT IBA, yaitu kontrol, 0 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm (Gambar 1). Pengamatan dilakukan selama 2,5 bulan, dengan variabel yang diamati meliputi persen hidup, jumlah dan panjang akar primer (JAP dan PAP),

serta jumlah dan panjang akar sekunder (JAS dan PAS)

## C. Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *one-way analysis of variance* (ANOVA) dengan menggunakan software SAS 9.0. Perbedaan antar perlakuan pada taraf kepercayaan 95% dianalisis dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui konsentrasi IBA yang paling optimal bagi pertumbuhan akar.



Gambar 1. Pemberian perlakuan dan penanaman pada media pengakaran

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kemampuan berakar, jumlah dan panjang akar primer

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi IBA memberikan respon yang nyata terhadap variabel kemampuan berakar ( $P < 0,05$ ) dari stek pucuk *S. platyclados*, (Tabel 1 dan 2). Konsentrasi 100 ppm menghasilkan persen berakar tertinggi, yaitu 60%, sedangkan perlakuan kontrol memberikan kemampuan berakar terendah, yaitu 20%. Konsentrasi IBA 100 ppm pada stek pucuk *S. platyclados* memberikan hasil pengakaran yang lebih baik dibandingkan beberapa jenis Dipterokarpa seperti *Shorea taluta*, *Vatica wallichii* dan *Anisoptera scaptula* yang hanya menghasilkan pengakaran di bawah 50% (Momose, 1978). Di sisi lain, pemberian IBA tidak berpengaruh nyata terhadap kemampuan berakar dari stek pucuk *S. leprosula* (Srivastava & Manggil,

1981; Aminah et al., 1995) dan *S. macrophylla* (Lo, 1985). Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian IBA sampai dengan konsentrasi 100 ppm tidak memberikan efek toxic dan sangat berkontribusi positif dalam menunjang keberhasilan pengakaran stek pucuk *S. platyclados*.

Konsentrasi IBA memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap variabel PAP ( $P < 0,05$ ), sedangkan untuk variabel JAP tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% ( $P > 0,05$ ) (Tabel 1). Konsentrasi IBA 75 ppm memberikan JAP dan PAP tertinggi yaitu masing-masing 2,98 dan 5,68 cm (Tabel 2), sedangkan yang terendah adalah perlakuan control, yaitu 1,75 dan 2,81 cm masing-masing untuk PAP dan JAP. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan pemberian hormon IBA menghasilkan panjang akar primer (PAP) yang lebih panjang tetapi tidak meningkatkan jumlah akar dari stek pucuk meranti, khususnya *S. platyclados*. Keadaan ini

juga dijelaskan oleh Hunt et al. (2011), yang menyatakan bahwa IBA tidak mempengaruhi perkembangan jumlah akar primer dari stek

*Pinus elliotii* var. *elliotii* dan *P. caribae* var. *Hondurensi*.

Tabel 1. Anova pengaruh konsentrasi IBA terhadap kemampuan berakar stek pucuk *S. platyclados*.

Sumber Variasi	db	Kemampuan Berakar (%)		JAP		PAP	
		KT	Sig.	KT	Sig.	KT	Sig.
Konsentrasi IBA	4	0,17	2,75*	1.03	0,76ns	13.89	4,45*
Error	19	0.06		1.35		3.13	

Ketetangan: \* = berbeda nyata pada taraf uji  $\alpha$  0,05; ns= tidak signifikan; JK=jumlah kuadrat; JAP=jumlah akar primer; PAP=panjang akar primer

Tabel 2. Uji lanjut pengaruh konsentrasi IBA terhadap kemampuan berakar stek pucuk *S. platyclados*

Konsentrasi IBA	Kemampuan berakar (%)	JAP	PAP (cm)
100 ppm	0,60 a	2,82 a	4,92 ab
75 ppm	0,56 ab	2,98 a	5,68 a
50 ppm	0,44 abc	2,53 a	4,96 ab
25 ppm	0,24 bc	2,30 a	1,68 c
0 ppm	0,20 c	1,75 a	2,81 bc

JAP dan PAP mempunyai korelasi ( $r^2$ ) sebesar 0,74. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup kuat antara penambahan JAP akan diikuti dengan peningkatan PAP. Persamaan matematik untuk hubungan konsentrasi IBA terhadap JAP dan PAP masing-masing adalah  $Y_{jap} = 0,011x + 1,912$  ( $r^2=0,85$ ) dan  $Y_{pap}=0,032x + 2,366$  ( $r^2=0,62$ ) (Gambar 2).

Peningkatan panjang akar primer sebesar 70% pada perlakuan 75 ppm dibandingkan 25 ppm akan mempertinggi tingkat keberhasilan pertumbuhan pasca penyapihan, karena akar primer ini akan membantu memperkokoh pertumbuhan semai pada fase pertumbuhan. Pemberian IBA dengan konsentrasi tinggi pada prinsipnya tidak menyebabkan keracunan terhadap stek pucuk dan dapat digunakan dalam kisaran konsentrasi yang cukup lebar (Hartman & Kester, 1983). Penelitian terkait di antaranya adalah penggunaan konsentrasi IBA sebesar 10.800 ppm pada tanaman *S. macrophylla* yang menghasilkan persen berakar sebesar 89% dengan jumlah akar sebanyak 6,3 (Lo, 1985). Kadar auksin yang optimal untuk merangsang pembentukan primordial akar biasanya terlalu

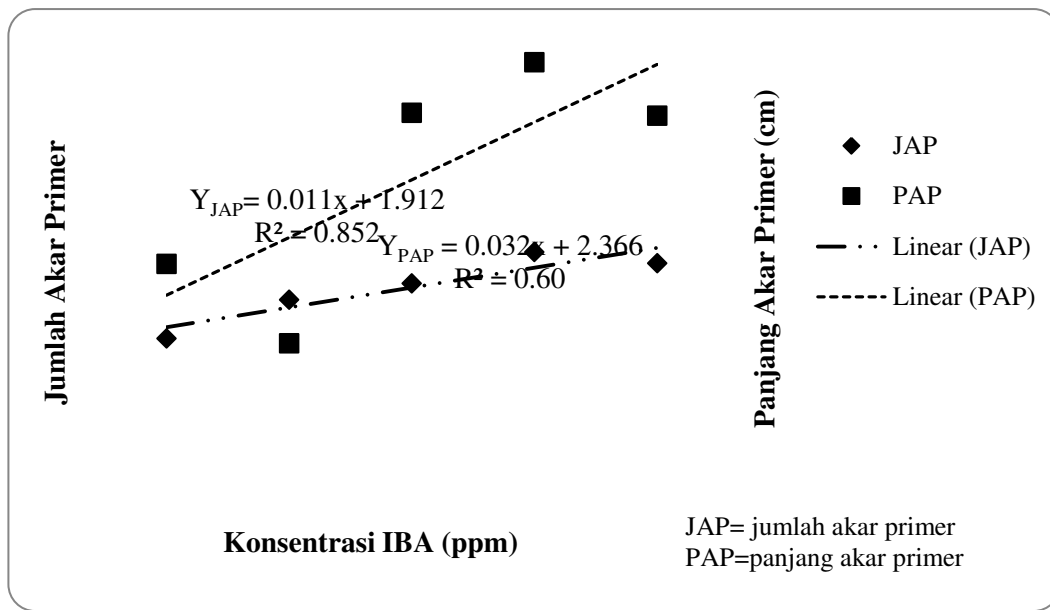
tinggi untuk merangsang perpanjangan akar (Wetherell, 1982).

Hormon secara alami sudah ada pada tumbuhan, namun ZPT tetap diberikan pada stek dengan tujuan meningkatkan kemampuan berakar stek, mempercepat proses pertumbuhan akar, meningkatkan jumlah dan kualitas akar, serta mengurangi keragaman jumlah dan kualitas perakaran stek. Pemberian ZPT IBA pada konsentrasi yang berbeda untuk stek pucuk dapat berdasarkan jenis tanaman dan umur ataupun kondisi materi, termasuk di antaranya yang telah dilakukan pada *Shorea leprosula* (Aminah et al., 1995), *S. macrophylla* (Lo, 1985), *S. parvifolia* dan *S. macroptera* (Aminah et al., 2006).

## B. Akar Sekunder

Akar sekunder merupakan akar yang tumbuh dan berkembang sepanjang akar primer. Fungsi dari akar ini adalah membantu semai dalam penyerapan unsur hara. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa pemberian IBA pada berbagai konsentrasi dapat memberikan hasil yang berbeda nyata untuk variabel JAS ( $P < 0,05$ ), sedangkan untuk variabel PAS hasil yang

diperoleh tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) (Tabel 3).



Gambar 2. Hubungan konsentrasi IBA terhadap jumlah dan panjang akar primer.

Tabel 3. Anova pengaruh konsentrasi IBA terhadap jumlah dan panjang akar sekunder stek pucuk *S. platyclados*

Sumber Variasi	db	JAS		PAS	
		KT	Sig.	KT	Sig.
Konsentrasi IBA	4	229,22	3,67*	2,17	1,99ns
Error	19	62,45		1,08	

Keterangan: \* = signifikan pada  $p < 0,05$ ; ns = tidak signifikan pada  $p < 0,05$ ; JK = jumlah kuadrat; JAS = jumlah akar sekunder; PAS = panjang akar sekunder.

Hasil uji lanjut terhadap perlakuan yang diujikan menunjukkan bahwa perlakuan IBA 75 ppm memberikan jumlah akar terbanyak yaitu 20,14; sedangkan perlakuan IBA 25 ppm menghasilkan jumlah akar paling sedikit yaitu 2,05 (Tabel 4.)

Tabel 4. Uji lanjut pengaruh konsentrasi IBA terhadap jumlah akar sekunder stek pucuk *S. platyclados*

Konsentrasi IBA	JAS	PAS (cm)
100 ppm	12,59 ab	1,98a
75 ppm	20,14 a	1,32a
50 ppm	14,80 a	2,22a
25 ppm	2,05 b	0,83a
0 ppm	16,38 a	0,70a

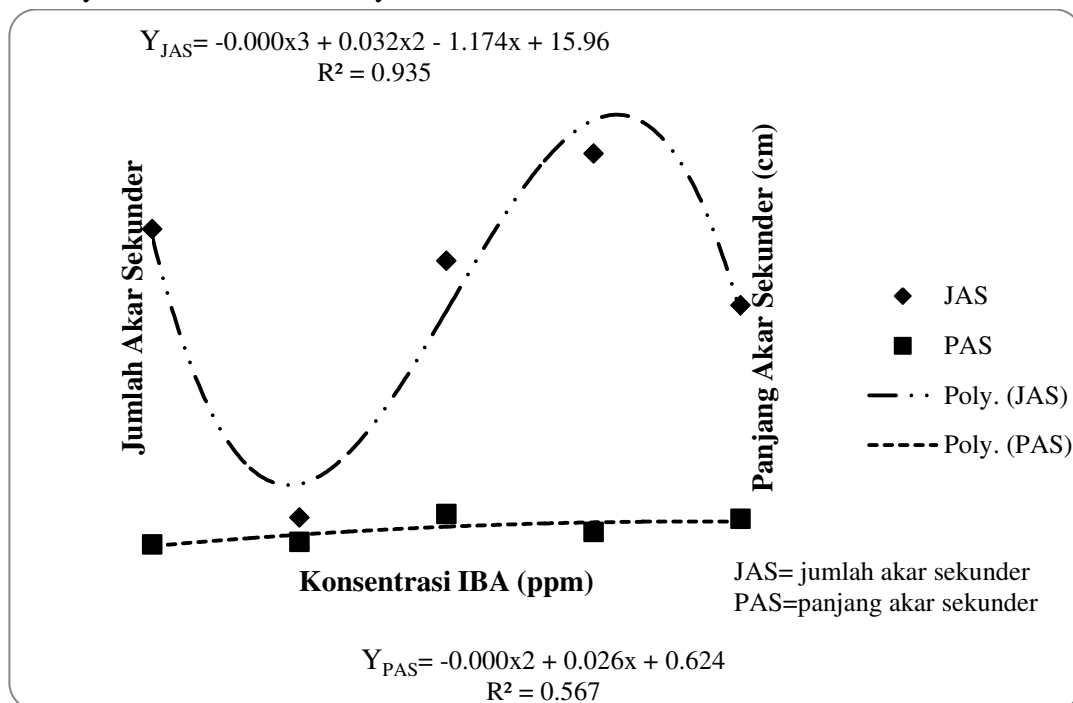
Keterangan: rerata yang diikuti dengan huruf yang sama tiap kolomnya tidak berbeda nyata pada taraf uji  $p < 0,05$ .

Jumlah akar sekunder (JAS) yang berkembang pada stek pucuk berkorelasi positif dengan jumlah akar primer. Tabel 4 menunjukkan bahwa keberadaan jumlah akar sekunder pada setiap akar primer bervariasi mulai 2,05 sampai dengan 20,14. Konsentrasi IBA 50 ppm menghasilkan nilai PAS yang terbaik, yaitu 2,22 cm, sedangkan yang terendah

adalah perlakuan 25 ppm (0,83 cm). Penambahan konsentrasi IBA pada stek pucuk akan meningkatkan jumlah akar yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Aminah et al. (1995) yang melaporkan bahwa pemberian IBA 20 µg akan menghasilkan rerata jumlah akar sebesar 62% dibandingkan kontrol. Pada tingkat konsentrasi IBA 100 ppm stek pucuk meranti putih (*Shorea montigena*) mempunyai berat kering akar yang lebih besar dan telah mempunyai akar-akar lateral (Irwanto, 2001).

Pertambahan JAS dan PAS mempunyai hubungan yang lemah, ditunjukkan dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,25. Hal ini mengindikasikan bahwa bertambahnya JAS tidak secara nyata diikuti

dengan bertambah panjangnya PAS. Persamaan polynomial untuk variabel JAS dan PAS pada berbagai konsentrasi IBA sampai dengan 100 ppm adalah  $Y_{JAS} = -0,000x^3 + 0,032x^2 - 1,174x + 15,96$  ( $r^2=0,935$ ) dan  $Y_{PAS} = -0,000x^2 + 0,026x + 0,624$  ( $r^2 = 0,567$ ) (Gambar 3). Di sisi lain hubungan yang lemah juga ditunjukkan antara JAP dengan JAS yang mempunyai korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,23. Sementara itu, kekuatan hubungan antara JAP dengan PAS; PAP dengan JAS; dan PAP dengan PAS relatif tinggi dengan nilai korelasi ( $R^2$ ) untuk masing-masing adalah 0,62; 0,76 dan 0,73.



Gambar 3 . Hubungan konsentrasi IBA terhadap jumlah dan panjang akar sekunder.

Di sisi lain, pembangunan hutan tanaman meranti komersial perlu didukung dengan berbagai kegiatan penelitian yang antara lain adalah uji-spesies, uji-keturunan, yang akan menghasilkan jenis dan klon meranti unggul dan diikuti dengan pembangunan kebun pangkas dari klon meranti terpilih (Naiem et al., 2013; Naiem, 2014). Untuk itu kajian perbanyakan vegetatif ini sangat berkorelasi dengan penelitian uji-keturunan *S. platyclados* yang akan menghasilkan famili unggul. Seleksi famili

unggul ini akan diikuti dengan pembangunan kebun pangkas untuk menghasilkan stek pucuk guna mewujudkan hutan tanaman *S. platyclados* yang produktif, kompetitif, efisien, sehat dan lestari.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan beberapa temuan di atas, konsentrasi IBA 75 ppm merupakan konsentrasi yang direkomendasikan untuk diaplikasikan dalam program pengakaran stek

pucuk *S. platyclados*. Hal ini didasarkan pada hasil analisis yang menunjukkan bahwa dosis 75 ppm telah dapat menghasilkan kemampuan berakar, jumlah dan panjang akar primer; serta jumlah dan panjang akar sekunder yang lebih baik dibandingkan perlakuan konsentrasi lainnya yang diujikan. Untuk itu maka penelitian uji-keturunan untuk mendapatkan keturunan yang unggul, serta pembangunan kebun pangkas dari klon-klon yang telah terbukti unggul merupakan hal yang sangat penting untuk dilaksanakan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kemenristek Dikti yang telah memberikan dukungan dana melalui Hibah Penelitian Multi Tahun sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada PT. Sari Bumi Kusuma Kalimantan Tengah yang telah memberikan dukungan, bantuan, saran dan masukan dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (1985). *Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Bandung: CV Angkasa.
- Aminah, H., Dick, J.Mc.P., Leakey, R.R.B., Grace, J., & Smith, R.I. (1995). Effect of Indole Butyric Acid (IBA) on Stem Cuttings of *Shorea leprosula*. *Forest Ecology Management*, 72, 199–206.
- Aminah, H., Nor Hasnita, R.M.N., & Hamzah, M. (2006). Effects of Indole Butyric Acid Concentrations and Media on Rooting of Leafy Stem Cuttings of *Shorea parvifolia* and *Shorea macroptera*. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(1), 1–7.
- Appanah, S., & Weinland, G. (1993). *Planting Quality Timber Trees In Peninsular Malaysia*. Forest Research Institute Malaysia. Kepong. Malayan Forest Record No. 38. Kuala Lumpur: Forestry Department Peninsular Malaysia (FDPM).
- Ashton, P. S. (1982). *Flora Indo-Malayana*. Ser. I, 9(2), 237–552. Malaysia.
- Hartman, H.T., Kester D.E., & Davies Jr. F.T. (1990). *Plant Propagation - Principles and Practices*. New Jersey: Regents Hall.
- Hartmann, H.T., & Kester, D.E. (1983). *Plant Propagation-Principle and Practices* (4th ed.). New Jersey: Eaglewood Cliffs.
- Hunt, M. A., Trueman, S.J., & Rasmussen, A. (2011). Indole-3-butyric acid Accelerates Adventitious root Formation and Impedes Shoot Growth of *Pinus elliotii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* Cuttings. *New Forests*, 41, 349–360.
- Irwanto (2001). Pengaruh Hormon IBA (Indole Butyric Acid) terhadap Persen Jadi Stek Pucuk Meranti putih (*Shorea montigena*). Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Ambon.
- Lo, Y.N. (1985). Root Initiation of *Shorea macrophylla* Cuttings: Effect of Node Position, Growth Regulators and Mistingregime. *Forest Ecology Management*, 12, 42–52.
- Momose, Y. (1978). Vegetative Propagation of Malaysian Trees. *The Malaysian Forester*, 4(3), 219–223.
- Na'iem, M. (2014). Peningkatan produktivitas hutan dari rotasi ke rotasi. *Prosiding Seminar Masyarakat Silvikulturis Indonesia*. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Na'iem, M., Widiyatno, & Al-Fauzy, M.Z. (2013). Progeny Test of *Shorea leprosula* as Key Point to Increase Productivity of Secondary Forest in PT. Balik Papan Forest Industries, East Kalimantan, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 816 – 822.
- Newman, M.F., Burgess, P.F., & Whitmore, T.C. (1996a). *Manual of Dipterocarps for Forester: Sumatra Island Light Hardwood*. Edinburgh: CIFOR and Royal Botanic Garden.
- Newman, M.F., Burgess, P.F., & Whitmore, T.C. (1996b). *Manuals of Dipterocarps for Foresters: Borneo Island Light Hardwood*. Edinburgh: CIFOR and Royal Botanic Garden.
- Numata, S., Yasuda, M., Okuda, T., Kachi, N., & Noor, N.S.M. (2003). Temporal and Spatial Patterns of Mass Flowerings on The Malay Peninsula. *American Journal of Botany*, 90(7), 1025–1031.
- Numata, S., Suzuki, R.O., Nishimura, S., Naito, Y., Konuma, A., Tsumura, Y., ... Supardi, M.N.N. (2012). Fruiting behavior of dipterocarps in two consecutive episodes of

- general flowering in a Malaysian lowland rainforest. *Journal of Forest Research*, 17, 378-387.
- Sasaki, S. (1980). Growth and Storage of Bare-Root Planting Stock of Dipterocarps with Special Reference to *Shorea talura*. *Malaysian Forester*, 43, 144-160.
- Srivastava, P.B.L., & Manggil, P. (1981). Vegetative Propagation of Some Dipterocarps by Cuttings. *Malaysian Forester*, 44(2 & 3), 301-313.
- Subiakto, A. (2006). Irregular Flowering Pattern. In A. Rimbawanto (Ed.), *Silviculture Systems of Indonesia's Dipterocarps Forest Management A Lesson Learned*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada dan ITTO. *Technical Report: ITTO Project PD 41/00 Rev. 3 (F,M)*. pp. 21-23. Yogyakarta.
- Wetherell, D.F. (1982). *Propagasi Tanaman Secara in Vitro*. Terjemahan. ITB, Bandung.
- Widiyatno, Soekotjo, Na'iem, M., Purnomo, S., & Setiyanto, P.E. (2014). Early Performance of 23 Dipterocarp Species Planted In Logged-Over Rainforest. *Journal of Tropical Forest Science*, 26(2), 259–266.



**PENGUNAAN RHIZOBIUM DAN MIKORIZA  
UNTUK PERTUMBUHAN *Calliandra calothyrsus* UNGGUL**  
*Rhizobium and mycorrhiza application  
for genetically improved *Calliandra calothyrsus* growth*

Rina Laksmi Hendrati dan Siti Husna Nurrohmah  
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan  
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km.15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia  
email: rina.l.hendrati@biotifor.or.id

Tanggal diterima: 3 Juni 2016, Tanggal direvisi: 21 Juni 2016, Disetujui terbit: 12 Agustus 2016

**ABSTRACT**

*Calliandra calothyrsus*, a rhizobium associated legume, fixes atmospheric nitrogen by forming root nodules. Rhizobium availability is crucial for *Calliandra*'s growth especially on new sites. Additive or synergic effects of rhizobium and mycorrhiza are found to improve seedling quality. Genetically improved *Calliandras* require optimum silvicultural practices including rhizobium and mycorrhiza application and differences among families need to be observed. This followed with combination treatment of 5g rhizobium and different mycorrhiza level at 0, 5 and 10g applied to 5 families in 30 x 30 cm polybag. Assessments were for leaf number, height, diameter at 1, 4 and 8 weeks and number of root nodules at 4 and 8 weeks after application. Results show that rhizobium application has no significant effects although it enhances grow, while mycorrhiza application improve leaf number after 14 weeks. Second experiment for 3.5 month seedlings, indicates interaction on family-mycorrhiza level to seedling height and root nodules. Very positive correlations show that more root nodules improved leaf number ( $r=0.41$ ), height ( $r=0.3$ ) and diameter ( $r=0.45$ ) up to planting time. Quite cheap rhizobium and mycorrhiza application is therefore beneficial to optimize the growth of genetically improved *C. calothyrsus*, although genotype differences may exist.

**Keywords:** *Calliandra calothyrsus*, family, improved, rhizobium, mycorrhiza

**ABSTRAK**

*Calliandra calothyrsus*, merupakan legum yang bersimbiose dengan bakteri rhizobium membentuk nodul akar untuk mengikat nitrogen dari udara. Ketersediaan rhizobium bagi *C. calothyrsus* akan sangat mempengaruhi pertumbuhannya terutama pada lokasi baru. Pengaruh aditif atau sinergis rhizobium dan mikoriza secara bersama-sama sering terjadi untuk meningkatkan kualitas semai. Penanaman *C. calothyrsus* unggul memerlukan praktek silvikultur optimal, termasuk pemberian kombinasi rhizobium dan mikoriza, serta perbedaan antar famili perlu untuk diamati. Penelitian dilanjutkan dengan penggunaan kombinasi 5g rhizobium dengan tingkat penggunaan mikoriza 0, 5 dan 10g yang diterapkan pada 5 famili unggul dalam polibag 30 x 30 cm. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah daun, tinggi dan diameter pada umur 1, 4 dan 8 minggu serta jumlah bintil akar 4 dan 8 minggu setelah pemberian perlakuan. Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa pemberian rhizobium tidak memberikan beda nyata meskipun secara umum memberikan pertumbuhan lebih baik. Pemberian mikoriza berpengaruh setelah 14 minggu dengan jumlah daun lebih banyak. Hasil penelitian lanjut pada semai 3,5 bulan, menunjukkan interaksi famili tingkat penggunaan mikoriza terhadap sifat tinggi tanaman dan bintil akar. Hubungan antara bintil akar dan sifat pertumbuhan menunjukkan bahwa semakin meningkatnya jumlah bintil akar terbukti semakin meningkatkan jumlah daun ( $r=0,41$ ), tinggi tanaman ( $r=0,3$ ) dan diameter ( $r=0,45$ ) sampai siap ditanam. Oleh karenanya pemberian rhizobium dan mikoriza yang murah diharapkan dapat dilakukan dalam mengoptimasi penggunaan bibit unggul *C. calothyrsus*.

**Kata kunci:** *Calliandra calothyrsus*, famili, unggul, rhizobium, mikoriza

## I. PENDAHULUAN

*Calliandra calothyrsus* merupakan jenis tanaman legum yang mengikat nitrogen dari udara dengan cara bersimbiose dengan bakteri rhizobium yang sesuai, untuk membentuk nodul akar. Ketersediaan rhizobium yang kompatibel bagi *C. calothyrsus* pada media ataupun lahan yang baru akan sangat mempengaruhi pertumbuhannya. Pemberian rhizobium tambahan di persemaian merupakan alternatif untuk membantu pertumbuhan awal *C. calothyrsus* pada lokasi yang baru. Kajian pada jenis *C. calothyrsus* menunjukkan bahwa, hasil kayu pada batang secara nyata dicapai tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan rhizobium, sementara yang terendah dicapai oleh tanaman yang tidak diinokulasi (Purwantari & Sutedi, 2005), dan karenanya untuk tujuan kayu bakar, inokulasi dengan strain rhizobium diharapkan akan menguntungkan untuk menunjang peningkatan produktifitas.

Pengikatan nitrogen pada legum seringkali mengalami keterbatasan terutama pada kondisi agak kering atau pada tanah yang kurang berkualitas karena buruknya perkembangan simbiosenya (Younesi et al., 2013). Sementara itu, tampilan tanaman legum yang baik sering diakibatkan karena adanya pengaruh aditif atau sinergis karena adanya rhizobium dan mikoriza secara bersama-sama (Goss & de Varennes, 2002; Sangina et al., 1999). Kajian menunjukkan bahwa penggabungan bakteri *Basillus megaterium* yang berasal dari daerah kering dengan jamur arbuscular mikoriza juga terbukti meningkatkan biomasa akar, demikian juga bagian atas tanaman *Trifolium* pada kondisi kering juga meningkat setelah diberi rhizobium tanaman legum (Marulanda et al., 2009).

Jamur mikoriza merupakan penyubur tanaman yang sangat menjanjikan yang belum banyak digunakan pada persemaian tanaman kehutanan (Ajeesh et al., 2015). Aplikasi mikoriza ini telah dibuktikan dapat

meningkatkan kualitas semai dalam hal peningkatan nutrisi, ketahanan terhadap hama dan penyakit serta ketahanan terhadap lingkungan tertekan termasuk kekeringan, ketahanan terhadap logam berat serta perbaikan struktur tanah (Ajeesh et al., 2015; Bompadre et al., 2014; Bücking et al., 2012).

Hasil kegiatan pemuliaan *C. calothyrsus* telah menyeleksi individu-individu terbaik dari segi volume dan kualitas kayunya untuk tujuan sumber bahan baku energi. Penyebaran benih *C. calothyrsus* dari famili-famili unggul dipastikan akan menyertakan lokasi-lokasi baru yang kemungkinan sebelumnya belum pernah ditanami jenis ini. *C. calothyrsus* merupakan legum yang termasuk sangat fleksible dengan berbagai lokasi, jenis tanah dan rhizobium dibandingkan jenis legum lain seperti *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* dan *Sesbania sesban* (Bala et al., 2003), namun kelimpahan rhizobium yang cocok pada lokasi baru belum merupakan jaminan. Sementara itu, penampilan tanaman yang unggul selain dipengaruhi oleh genetiknya, juga akan dipengaruhi oleh praktek silvikultur optimal yang akan diterapkan, termasuk pemberian rhizobium dan mikoriza pada zona perakarannya. Program pemuliaan *C. calothyrsus* yang telah kita lakukan sejak tahun 2010 telah menyeleksi individu-individu dengan produktifitas dan kualitas kayu yang tinggi untuk tujuan bahan baku energi. Famili-famili *C. calothyrsus* unggul yang digunakan pada penelitian ini merupakan biji-biji dari individu-individu hasil seleksi yang dilakukan pada lokasi uji keturunan yang relatif tidak subur dan kering. Dengan demikian, individu dengan tampilan unggul dari lokasi tersebut diharapkan merupakan genotip terseleksi yang akan lebih lentur bagi pertanaman di berbagai jenis kesuburan lahan termasuk pada daerah yang hujannya tidak begitu melimpah. Pemberian rhizobium dan mikoriza yang relatif murah pada saat di persemaian, diharapkan akan meningkatkan persen hidup di lapangan karena keduanya mampu beradaptasi terutama disaat penyesuaian awal pertumbuhannya. Pengaruh

pertumbuhan awal bagi masing-masing semai ini diharapkan bermanfaat terutama dalam meningkatkan jumlah bintil akar untuk pertumbuhan selanjutnya. Hal ini mengingat bahwa prospek pemanenan trubusan cabang dari tiap-tiap individu tanaman *C. calothyrsus* ini akan dilakukan sampai 15-20 tahun dari indukan yang hanya sekali ditanam.

Penelitian ini ditujukan untuk melihat tanggapan berbagai famili unggul terhadap penerapan kombinasi rhizobium dan mikoriza. Rhizobium merupakan bakteri yang mutlak diperlukan untuk nodulasi *C. calothyrsus*. Sementara mikoriza, merupakan organisme berupa jamur yang akan membantu tanaman untuk mengikat unsur hara pada lokasi tempat unsur-unsur tertentu sulit untuk didapatkan termasuk pada daerah kering dan tanah yang kekurangan hara (Jin et al., 2012; Garcia & Zimmermann, 2014). Kombinasi penerapan kedua jenis perlakuan ini diharapkan akan membantu *C. calothyrsus* unggul untuk lebih mengekspresikan keunggulan pertumbuhannya pada berbagai lahan yang ada termasuk lahan yang kurang menguntungkan.

Hasil penelitian awal pemberian rhizobium (5g) pada famili-famili unggul tidak memberikan beda nyata terhadap kontrol (0g) baik pada tinggi, diameter, jumlah daun maupun jumlah nodul sampai 14 minggu, meskipun secara umum rhizobium memberikan pertumbuhan lebih baik pada tinggi tanaman (37,5 cm) terhadap kontrol (33,5 cm) dan jumlah daun (11,8) dibandingkan kontrol (8). Karenanya, rhizobium yang mutlak diperlukan *C. calothyrsus* untuk nodulasi (Bala et al., 2003) diberikan dalam jumlah sama (5g) pada umur semai lebih lanjut (3,5 bulan). Penelitian awal pemberian mikoriza (5g) pada semai umur 1 bulan juga tidak memberikan perbedaan nyata kecuali setelah 14 minggu pada jumlah daun yang menjadi lebih banyak (13,7) dibandingkan kontrol (8). Oleh karenanya, selain rhizobium yang diberikan seragam sesuai rekomendasi produsennya (5g), perlakuan mikoriza pada berbagai tingkatan diterapkan pada kajian ini.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan dengan persiapan semai *C. calothyrsus* sejak Oktober 2015. Penerapan perlakuan untuk penelitian dilakukan pada akhir Februari 2016. Pengamatan penelitian dilakukan pada minggu ke-1 (3 Februari), ke-4 (4 Maret) dan ke-8 (4 April) 2016 setelah perlakuan. Penelitian dilakukan pada persemaian Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta.

### B. Bahan dan alat penelitian

#### 1. Bahan

Penaburan biji *C. calothyrsus* unggul dengan kontainer plastik dilakukan menggunakan pasir steril dan dilakukan terhadap 5 famili unggul nomor 16, 22, 29, 56 dan 58. Penyapihan dilakukan dengan memindahkan semai pada polibag berukuran 10 x 15 cm berisi tanah dan kompos = 3:1 dan dibiarkan tumbuh sampai stabil. Penerapan perlakuan dilakukan pada semai yang berumur 3,5 bulan bersamaan dengan pemindahan semai pada polibag ukuran lebih besar 30 x 30 cm yang diisi dengan media yang sama. Mikoriza diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fak. Pertanian Universitas Gadjah Mada, dan merupakan campuran *Glomus*, *Gigaspora* dan *Acaulospora* yang mengandung >300-500 spora/100g dan propagul hidup >17000/10g. Rhizobium (*Legin C. calothyrsus*) yang diperoleh dari Laboratorium yang sama, setiap gramnya mengandung bakteri rhizobium 10 juta – 1 milyar sel.

#### 2. Alat

Peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik, counter, camera, caliper, pengukur tinggi, alat tulis, calculator, dll.

### C. Rancangan penelitian

Pada penelitian ini, semai yang relatif seragam dipilih secara acak dengan jumlah 18 semai per famili. dari Semua semai diberi 5g

rhizobium (*Legin C. calothyrsus*). Sedangkan mikoriza yang diperoleh dari Laboratorium yang sama dipersiapkan dengan level 0, 5 dan 10g untuk diterapkan di masing-masing perlakuan pada sejumlah 6 semai tanaman.

#### D. Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan menghitung jumlah daun, mengukur tinggi dari pangkal sampai ujung tanaman serta mengukur diameter pada batang 1 cm diatas permukaan tanah. Penghitungan bintil akar dilakukan menggunakan hand counter, dengan sebelumnya melepaskan akar semai dari media dengan cara menuangkan secara perlahan

kemudian menghitung bintil pada akar semai yang telah dibersihkan dan dicuci.

Pengamatan hasil dilakukan terhadap pertumbuhan (jumlah daun, tinggi dan diameter) pada minggu ke-1, ke-4 dan ke-8 serta jumlah bintil akar pada minggu ke-4 dan 8 setelah perlakuan.

#### E. Analisis data

Data dianalisis menggunakan analisis varians dengan famili dan level mikoriza sebagai faktor. Uji statistik lanjutan dilakukan menggunakan uji Duncan. Hubungan antara bintil akar dan pertumbuhan dianalisa dengan menggunakan analisa regresi.

Tabel 1. Hasil analisis keragaman respon berbagai famili *C. calothyrsus* dengan perlakuan rhizobium dan mikoriza

Sumber Variasi	db	Jumlah Kuadrat					
		1 minggu		4 minggu		8 minggu	
<b>Jumlah Daun</b>							
Antar Famili	4	68,7	ns)	205,7	*)	455,8	**)
Mikorhiza	2	8,6	ns)	38,4	ns)	64,3	ns)
Interaksi (Famili*Mikorhiza)	8	54,3	ns)	243,0	ns)	689,1	**)
Galat	75	520,3		1276		1889,3	
Koefisien varians		23,9		25		25,5	
<b>Tinggi</b>							
Antar Famili	4	584,6	ns)	1466,3	ns)	2195,1	ns)
Mikorhiza	2	617,9	ns)	487,3	ns)	2801,6	ns)
Interaksi (Famili*Mikorhiza)	8	6297,3	**)	9348,2	**)	10648,4	ns)
Galat	75	12914,7		30262,7		76852,5	
Koefisien varians		18		21		24,9	
<b>Diameter</b>							
Antar Famili	4	0,037	ns)	0,115	ns)	0,079	ns)
Mikorhiza	2	0,022	ns)	0,053	ns)	0,089	ns)
Interaksi (Famili*Mikorhiza)	8	0,167	ns)	0,248	ns)	0,194	ns)
Galat	75	0,918		1,498		1,153	
Koefisien varians		20,6		19,6		29,3	
<b>Bintil Akar</b>							
Antar Famili	4			3431,5	ns)	5401,9	ns)
Mikorhiza	2			6784,6	ns)	1554,3	ns)
Interaksi (Famili*Mikorhiza)	8			25403,0	*)	26810,3	ns)
Galat	75			40052,7		116984,0	
Koefisien varians				49,8		66,87	
Keterangan:	**	=	berbeda sangat nyata pada taraf uji $\alpha$ 0,01				
	*	=	berbeda nyata pada taraf uji $\alpha$ 0,05				
	ns	=	nilai tidak berbeda nyata pada taraf uji $\alpha$ 0,05				

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Tanggapan semai 5 famili unggul umur 3,5 bulan

Pada tanaman berumur 3,5 bulan, hasil pengamatan yang dilakukan secara umum menunjukkan adanya pengaruh yang semakin nyata dengan berjalannya waktu. Interaksi yang sangat nyata antara famili dan tingkat penerapan mikoriza terhadap tinggi tanaman ditunjukkan 1 minggu setelah perlakuan (Tabel 1). Interaksi ini berlanjut dan menjadi semakin nyata sampai pengamatan 4 minggu penerapan perlakuan. Sementara itu dalam hal jumlah daun, keragaman diantara famili mulai berkembang setelah 4 minggu perlakuan dan semakin nyata setelah 8 minggu perlakuan. Interaksi famili dan mikoriza menjadi terlihat setelah 8 minggu. Pada pengamatan bintil akar, interaksi antara famili dan mikoriza juga ditunjukkan pada pengamatan 4 minggu setelah perlakuan.

Jamur mikorhiza arbuskular yang diterapkan pada akar tanaman termasuk tanaman pohon, membentuk hubungan simbiose yang dengannya antara lain untuk mendapatkan karbon. Namun demikian, proses terjadinya infeksi pada akar membutuhkan waktu serta berlangsung cukup kompleks karena melewati tahap perkecambahan spora, perkembangan hypha, pembentukan aposorium, penetrasi akar, pertumbuhan antar sel, pembentukan arbuskular dan kemudian transfer nutrisi baru bisa terjadi (Ajeesh et al., 2015). Bahkan pada saat awal, tanaman harus menyediakan energi untuk proses kolonisasi mikoriza (Bompadre et al., 2014). Hal ini yang diperkirakan menyebabkan pengaruh yang terjadi pada *C. calothyrsus* menjadi lebih nyata setelah 4 minggu dan bahkan makin meningkat setelah 8 minggu jika dibandingkan pada saat semai masih berumur 1 minggu, seperti yang ditunjukkan pada karakter jumlah daun.

Setelah 8 minggu perbedaan tersebut menjadi tidak nyata lagi terhadap tinggi tanaman, dan hal itu diperkirakan karena

tanaman *C. calothyrsus* pada saat itu mulai berkurang pertumbuhan meningginya. Ini dikuatkan dengan bukti bahwa sebagian tanaman (4%) meskipun berasal dari biji dan baru beberapa bulan di persemaian sudah mulai memproduksi bunga. Penghentian pertumbuhan vegetatif umum terjadi pada tanaman menjelang tahap reproduksi. Tanaman secara umum akan mencapai kemasakan dan ukuran tertentu sebelum bereproduksi atau membentuk bunga, dan pada saat tersebut perkembangan vegetatifnya akan dihentikan (Drinnan & Ladiges, 1991; Sedgley & Griffin, 1989) karena beralih fokus ke perkembangan generatif.

Keuntungan utama simbiose dengan mikoriza adalah karena kemampuannya menolong tanaman inangnya untuk mendapatkan terutama unsur makro yakni Nitrogen (Müller et al., 2007; Jin et al., 2012), Phosphorus (Javot et al., 2007; Plassard & Dell, 2010) dan Potassium (K<sup>+</sup>) (Garcia & Zimmermann, 2014) yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan terutama pada kondisi kekurangan ketersediaan hara tersebut. Mikoriza juga dilaporkan mampu meningkatkan penyerapan unsur Zinc, Cu (Copper) dan Fe, namun terhadap nutrisi mikro tersebut, tanggapannya bisa meningkat, menurun atau tak berdampak (Ajeesh et al., 2015). Hal lain yang juga menguntungkan adalah kecepatan tumbuh serta plastisitas mikoriza terjadi cukup tinggi. Selain itu adanya kelebihan kemampuannya dalam mengambil nutrisi dalam bentuk inorganik (Marschner & Dell, 1994) akan berguna pada bagi penerapan penggunaan pupuk inorganik yang diterapkan pada semai.

Perbedaan antar famili tanpa pengaruh mikoriza ternyata juga dijumpai dalam hal jumlah daun 4 minggu setelah perlakuan (Tabel 1). Famili 16 terlihat mempunyai jumlah daun yang terendah yakni 13,3 sementara, famili-famili lain mempunyai jumlah 20-33% lebih baik (Tabel 2). Demikian juga interaksi famili dan mikoriza menjadi muncul sangat nyata serta pergeseran tampilan famili dalam jumlah daun ini juga terjadi (Gambar 1). Beberapa famili

menunjukkan sedikit penurunan, tetap atau meningkat sedikit dengan makin banyaknya mikoriza, namun famili 56 merespon sangat baik dalam hal penambahan jumlah daun. Secara umum perbedaan hasil daun pada *C. calothyrsus* dari sumber asal yang berbeda memang telah ditunjukkan yang diperkirakan karena perbedaan genetik sumber asalnya (Pottinger & Dunsdon, 2001). Pada kajian ini perbedaan jumlah daun tersebut mulai ditunjukkan *C. calothyrsus* pada umur semai 4,5 bulan dan makin nyata setelah 5,5 bulan atau 8 minggu setelah perlakuan.

Hasil perbedaan nyata pada Tabel 1 yang dianalisa lebih lanjut menunjukkan bahwa, interaksi antara famili dan mikoriza terjadi terhadap tinggi tanaman. Setelah 4 minggu perlakuan terlihat bahwa famili 29, 56 dan 58 lebih tinggi dengan penerapan mikoriza 10g dibandingkan 5g (Gambar 2). Namun tidak demikian dengan famili 16 dan 22 yang menunjukkan tinggi tanaman terbaik pada perlakuan 5g dibandingkan 10g mikoriza. Tanggapan berbeda dengan perbedaan genetik tanaman sangat terlihat disini, sehingga kombinasi penerapan mikoriza yang memadai perlu untuk dipertimbangan untuk mendapatkan hasil keunggulan yang optimal jika menanam dengan berbagai genotip. Perbedaan genetik terhadap kemampuan bersimbiose ini juga dijumpai pada jenis tanaman pohon Acacia, oleh karenanya seleksi tanaman disarankan untuk dilakukan dalam rangka untuk meningkatkan simbiosis mikroorganisme, karena variasi respon terbukti terjadi termasuk karena perbedaan provenans (Brockwell et al., 2005).

Secara umum semua famili mempunyai bintil akar yang semakin banyak dengan makin meningkatnya mikoriza, kecuali famili 22 yang menunjukkan bintil terbanyak jika tanpa mikoriza (Tabel 1, Gambar 3). Saran yang diberikan oleh pembuatnya untuk penerapan mikoriza ini adalah 1 kg untuk 1 ha tanaman. Sementara pada penelitian ini ternyata penerapan 10g mikoriza per-semai memberikan dampak yang optimal dalam hal pembentukan

bintil akar. Hal ini menunjukkan bahwa selain karena pemberian rhizobium, pemberian mikoriza secara bersamaan ternyata juga mempengaruhi famili-famili tertentu dengan meningkatnya pembentukan nodul akar. Namun menariknya, hal itu justru menghambat pembentukan bintil akar pada famili 22. Pada tanggapan famili 22 yang terlihat berbeda dibandingkan famili-famili yang lain, dapat dimungkinkan juga karena adanya perbedaan perakaran pada tanaman yang diketahui dapat dipengaruhi oleh genetik (Hajek et al., 2013) terutama dalam hal panjang akar dan jumlah akar yang dipengaruhi sangat kuat oleh genetik (Pijut et al., 2011). Perakaran yang lebih intensif ataupun agregat akar yang lebih kompak, dimungkinkan dapat memberikan dampak terjadinya proses simbiosis yang berbeda dengan tanaman yang mempunyai massa akar yang lebih sedikit dan kurang kompak. Meskipun perlakuan mikoriza diterapkan dengan jumlah yang sama, namun keseragaman penyebarannya disekitar perbedaan kelimpahan akar tidak dapat dijamin, oleh karenanya dapat menjadi penyebab perbedaan waktu proses simbiosis atau bahkan jika jarak penyebarannya yang terlalu jauh asosiasi akan terhambat. Keberhasilan asosiasi untuk pembentukan nodul akar dari suatu tanaman sangat ditentukan oleh faktor biotik dan faktor lingkungan (Purwantari & Sutedi, 2005) dan spora serta myselium, yang relatif sangat kecil ukurannya, akan pengaruhi lingkungan akar tempat kolonisasi terjadi (Bompadre et al., 2014). Kolonisasi mikoriza ditunjukkan meningkat dengan pemberian rhizobia (Xie et al., 1995), dan ini sesuai dengan penelitian ini yang menunjukkan bahwa peningkatan jumlah mikoriza semakin meningkatkan nodulasi, sehingga sesuai dengan pengaruh saling melengkapi dan sinergi antara rhizobium dan mikoriza saat diterapkan secara bersamaan (Goss & de Varennes, 2002; Sanginga et al., 2000).

## B. Regresi antara bintil akar dan pertumbuhan

Hasil analisa varian Tabel 1 menunjukkan bahwa, jumlah bintil akar terlihat menunjukkan perbedaan nyata pada interaksi antara famili dan perlakuan mikoriza, dan jumlah bintil akar cenderung meningkat dengan peningkatan pemberian mikoriza. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa dengan rhizobium yang diberikan sama namun dengan pemberian mikoriza yang semakin meningkat sangat bermanfaat karena semakin memberikan bintil akar yang banyak untuk sebagian besar famili. Hal ini akan lebih membantu tanaman dalam penyerapan unsur-unsur hara yang utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, sehingga meningkatkan penampilan famili-famili tersebut. Pengaruh bintil akar bagi pertumbuhan tanaman sudah banyak menunjukkan menguntungkan tanaman karena menyediakan unsur makro N yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman (Brockwell et al., 2005). Sementara peningkatan mikoriza menolong tanaman mendapatkan lebih banyak unsur makro penting N, P dan K (Müller et al., 2007; Plassard & Dell, 2010; Garcia & Zimmermann, 2014) yang pada akhirnya pada studi ini juga meningkatkan jumlah bintil akar.

Keuntungan penggunaan mikoriza untuk *C. calothyrsus* pada penelitian ini menjanjikan potensi kayu *C. calothyrsus* unggul untuk bahan baku energi untuk ditanam pada lahan yang kurang menguntungkan. Hal ini penting, untuk menghindari persaingan dengan peruntukan lahan yang lain yang sering dianggap jauh lebih menguntungkan jika ditanam pada lahan yang subur. Salah satu sifat unik dari jamur mikoriza arbuskular adalah peningkatan produksi hypha yang ekstensif secara nyata pada permukaan serab. Oleh karenanya, kelebihan ini akan menolong tanaman untuk meningkatkan permukaan penyerapan sistem perakaran yang

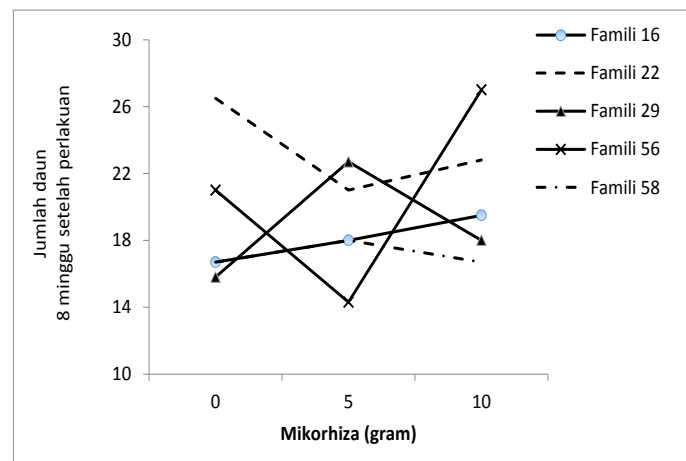
ada, sehingga dapat hidup pada kondisi sulit termasuk tekanan kekeringan dan kekurangan nutrisi. Penggunaan mikoriza untuk tanaman juga berdampak pada perbaikan tanah, karena perannya pada pengembangan agregat tanah yang berdasarkan pada hasil glycoproteinglomalin yang menstabilkan tanah serta berfungsi sebagai perekat pada partikel tanah. (Ajeesh et al., 2015).

Meskipun perbedaan bintil diantara famili dengan analisa varian tidak terlihat, kecuali pada interaksi famili dan mikoriza yang hal ini dimungkinkan karena besarnya koefisien keragaman atau CV (Tabel 1). Namun ternyata dengan menggunakan analisa regresi dari pengamatan umur 4 minggu setelah perlakuan, jumlah bintil akar terlihat berhubungan sangat erat dengan seluruh sifat pertumbuhan dari yang semai diamati (Gambar 4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan bintil akar terbukti meningkatkan jumlah daun ( $r=0,41^{**}$ ), menaikkan tinggi tanaman ( $r=0,37^{**}$ ) serta membesarkan diameter tanaman ( $r=0,33^{*}$ ) (Gambar 4 A, B dan C). Hubungan regresi ini masih berlangsung untuk tinggi tanaman ( $r=0,3^{*}$ ) bahkan makin nyata untuk diameter ( $r=0,45^{**}$ ) tanaman (Gambar 4D dan 4E) pada 8 minggu setelah perlakuan atau sampai semai siap ditanam di lapangan. Bintil pada akar tanaman ini diperkirakan dipengaruhi keduanya, karena hasil bintil diketahui tidak hanya karena pengaruh rhizobium, namun juga karena adanya mikoriza (Russell et al., 2002). Adanya hubungan ini menunjukkan bahwa perangsangan pembentukan bintil, karena pengaruh keduanya yakni rhizobium dan mikoriza, menjadi sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman termasuk tanaman pohon (Saharan & Nehra, 2011; Wilson & Coutts, 1985) dan akan sangat bermanfaat untuk memaksimalkan penggunaan bibit unggul *C. calothyrsus*.

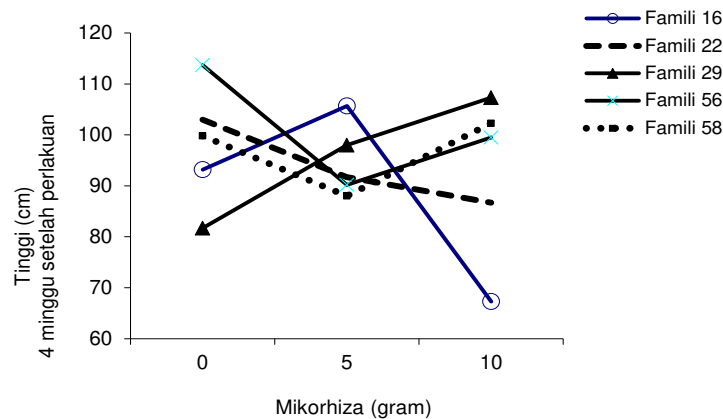
Tabel. 2 Perbedaan jumlah daun antar famili *C. calothyrsus* pada umur 4,5 bulan Jumlah Daun (minggu setelah perlakuan)

Famili	Jumlah Daun (minggu setelah perlakuan)				
	4 Minggu		Famili		8 Minggu
29	17,7	a	22	23,4	a
56	17	a	56	20,8	a b
22	16,8	a	29	18,8	b
58	16	a b	16	18	b
16	13,3	b	58	17,1	c

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak beda pada taraf nyata 95%.

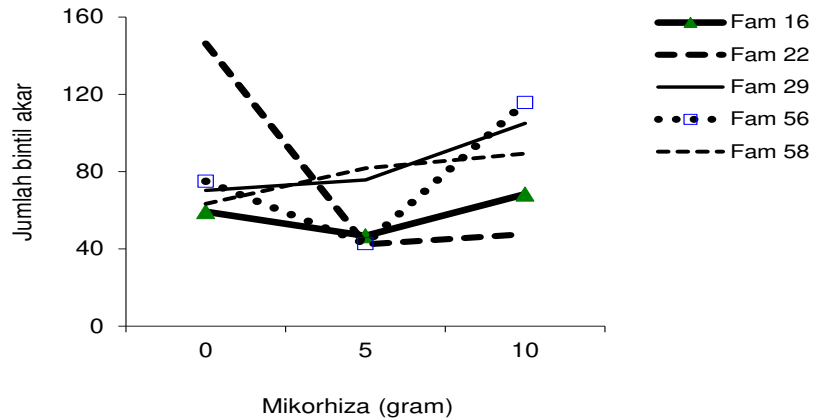


Gambar 1. Interaksi antara famili dan level mikoriza pada jumlah daun semai *C. calothyrsus* setelah 8 minggu perlakuan

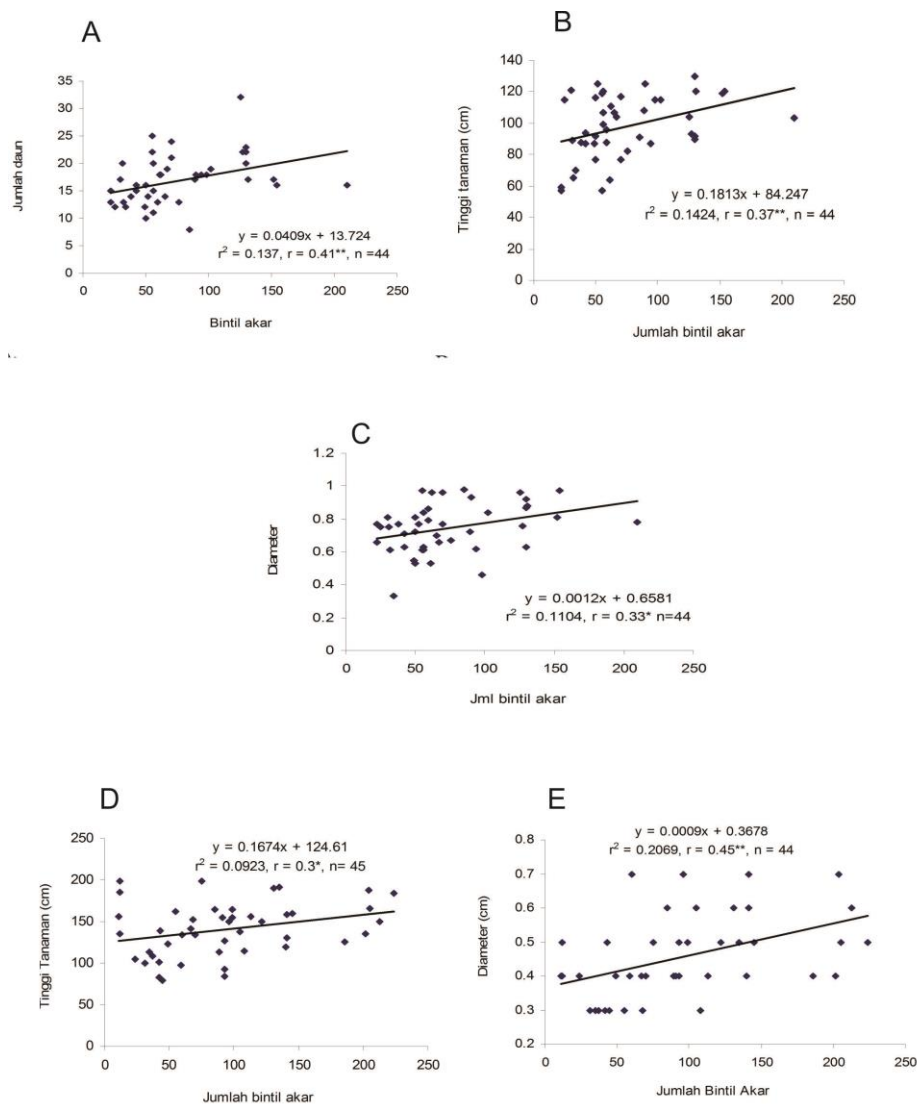


Gambar 2. Interaksi antara famili dan level mikoriza pada tinggi semai *C. calothyrsus* setelah 4 minggu perlakuan





Gambar 3. Interaksi antara famili dan level mikoriza terhadap jumlah bintil akar semai *C. calothyrsus* setelah 4 minggu perlakuan



Gambar 4. Regresi jumlah bintil akar dengan peubah bebas berupa: jumlah daun (A), tinggi tanaman (B), dan diameter (C) *C. calothyrsus* setelah 4 minggu perlakuan rhizobium dan mikoriza dengan peubah tak bebas jumlah bintil akar; serta peubah bebas berupa: tinggi tanaman (D) dan diameter (E) setelah 8 minggu perlakuan rhizobium dan mikoriza dengan peubah tak bebas jumlah bintil akar

#### IV. KESIMPULAN

Pemberian rhizobium dan mikoriza yang diterapkan pada tanaman *Calliandra calothyrsus* unggul berpotensi memberikan pertumbuhan lebih optimal. Perbedaan genetik memberikan respon yang berbeda. Jumlah bintil akar yang diproduksi karena pemberian gabungan rhizobium dan mikoriza, menunjukkan berpengaruh sangat nyata setelah 4 minggu terhadap pertumbuhan tanaman terutama jumlah daun, tinggi dan diameter tanaman serta tinggi dan diameter setelah 8 minggu perlakuan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta beserta staf, yang telah banyak memfasilitasi sehingga memungkinkan penelitian ini untuk bisa dilaksanakan. Penghargaan dan terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada rekan-rekan tim penelitian atas bantuan, kesabaran dan kebaikan dalam memenuhi tugas-tugas dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga bisa dituliskan dalam paper ini. Ucapan terimakasih yang dalam juga disampaikan kepada Dr. Budi Leksono atas saran-sarannya yang sangat membantu berjalannya penelitian pemuliaan kayu energi secara keseluruhan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ajeesh, R., Kumar, V., Santoshkumar, A. V., & K, S. G. (2015). Harnessing Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for Quality Seedling Production, *Res. J. of Agriculture and Forestry Sci.*, 3(6), 22–40.
- Bala, A., Murphy, P., & Giller, K. E. (2003). Distribution and diversity of rhizobia nodulating agroforestry legumes in soils from three continents in the tropics. *Molecular Ecology*, 12(4), 917–929. doi: 10.1046/j.1365-294X.2003.01754.x
- Bompadre, M. J., Pérgola, M., Bidondo, L. F., Colombo, R. P., Silvani, V. A., Pardo, A. G., ... Godeas, A. M. (2014). Evaluation of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Capacity to Alleviate Abiotic Stress of Olive (*Olea europaea* L.) Plants at Different Transplant Conditions. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-12. doi: 10.1155/2014/378950
- Brockwell, J., Searle, S.D., Jeavons, A.C., & Waayers, M. (2005). Nitrogen Fixation in Acacias: an Untapped Resource for Sustainable Plantations, Farm Forestry and Land Reclamation, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Monograph No. 115, pp 132
- Bücking, H., Liepold, E., & Ambilwade, P. (2012). The Role of the Mycorrhizal Symbiosis in Nutrient Uptake of Plants and the Regulatory Mechanisms Underlying These Transport Processes. *Intact open Science* Chapter 4, 107-138. doi: 10.5772/52570
- Drinnan, A.N., & Ladiges, P. (1991). Floral Development and Systematic Position of *Eucalyptus curtisii* (Myrtaceae). *Australian Systematic Botany*, 4(3), 539–551. doi: 10.1071/SB9910539
- Garcia, K., & Zimmermann, S. D. (2014). The role of mycorrhizal associations in plant potassium nutrition (Mini Review). *Frontiers in Plant Science*, 5, 1–9. <http://doi.org/10.3389/fpls.2014.00337>
- Goss, M.J., & de Varennes, A. (2002). Soil disturbance reduces the efficacy of mycorrhizal associations for early soybean growth and N<sub>2</sub> fixation. *Soil Biology & Biochemistry*, 34(8), 1167–1173. doi: 10.1016/S0038-0717(02)00053-6
- Hajek, P., Hertel, D., & Leuschner, C. (2013). Intraspecific variation in root and leaf traits and leaf-root trait linkages in eight aspen demes (*Populus tremula* and *P. tremuloides*). *Frontiers in Plant Sciences*, 4(415), 1-11. doi:10.3389/fpls.2013.00415
- Javot, H., Pumplin, N., & Harrison, M. J. (2007). Phosphate in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: transport properties and regulatory roles. *Plant Cell Environ.*, 30(3), 310–322. <http://doi.org/doi:10.1111/j.1365-3040.2006.01617.x>
- Jin, H. R., Liu, J., Liu, J., & Huang, X. W. (2012). Forms of nitrogen uptake, translocation, and transfer via arbuscular mycorrhizal fungi: a review. *China Life Sci.*, 55(6), 474–482. doi: 10.1007/s11427-012-4330-y
- Marschener, H., & Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159(1), 89-102. <http://doi.org/doi:10.1007/BF00000098>

- Marulanda, A., Barea, J., & Azco'n, R. (2009). Stimulation of Plant Growth and Drought Tolerance by Native Microorganisms (AM Fungi and Bacteria) from Dry Environments: Mechanisms Related to Bacterial Effectiveness. *J. Plant Growth Regul.*, 28(2), 115–124. <http://doi.org/doi.10.1007/s00344-009-9079-6>
- Müller, T., Avolio, M., Olivi, M., Benjdia, M., Rikirsch, E., & Kasaras, A. (2007). Nitrogen transport in the ectomycorrhiza association: the Hebeloma yindrosporum-Pinus pinaster model. *Phytochemistry*, 68(1), 41–51. <http://doi.org/doi:10.1016/j.phytochem.2006.09.021>
- Pijut, P.M., Woeste, K.E., & Michler, C. H. (2011). Promotion of Adventitious Root Formation of Difficult-to-Root Hardwood Tree Species. In *Horticultural Reviews* (pp. 2013–251). Wiley-Blackwell.
- Plassard, C., & Dell, B. (2010). Phosphorus nutrition of mycorrhizal trees. *Tree Physiology*, 30(9), 1129–1139. <http://doi.org/10.1093/treephys/tpq063>
- Pottinger, A.J., & Dunsdon, A. J. (2001). Provenance Trials. In *Tropical Forestry Paper No. 40. Calliandra calothyrsus: An Agroforestry Tree for the humid Tropics*. Oxford UK: Oxford University Press.
- Purwantari, N.D., & Sutedi, E. (2005). Respon inokulasi strain mutan rhizobia pada *Calliandra calothyrsus*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 10(3), 182-189.
- Russell, A. J., Bidartondo, M. I., Butterfield, B. G., & Russell, A. J. (2002). The root nodules of the Podocarpaceae harbour arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 156(2), 283–295. doi: 10.1046/j.1469-8137.2002.00504.x
- Saharan, B. S., & Nehra, V. (2011). Plant Growth Promoting Rhizobacteria : A Critical Review. *Life Sciences and Medicine Research*, 1–30.
- Sanginga, N., Thottappilly, G., & Dashiell, K. (1999). Effectiveness of rhizobia nodulating recent promiscuous soybean selections in the moist savanna of Nigeria. *Soil Biol. Biochem.*, 32(1), 127–133. doi: 10.1016/S0038-0717(99)00143-1
- Sedgley, M., & Griffin, A. R. (1989). *Sexual reproduction of tree crops*. London, UK: Academic Press.
- Wilson, J., & Coutts, M. P. (1985). Exploiting tree cropsymbiont specificity. In M.G.R. Cannell & J.E. Jackson (eds.) *Attributes of trees as crop plants*. (pp. 359–379). Abbots Ripton. Institute of Terrestrial Ecology.
- Xie, Z. P., Staehelin, C., Vierheilig, H., Wiemken, A., Jabbouri, S., Broughton, W. J., ... Boller, T. (1995). Rhizobial nodulation factors stimulate mycorrhizal colonization of nodulating and nonnodulating soybeans. *Plant Physiology*, 108(4), 1519–1525. <http://doi.org/10.1104/pp.108.4.1519>
- Younesi, O., Moradi, A., & Namdari, A. (2013). Influence of arbuscular mycorrhiza on osmotic adjustment compounds and antioxidant enzyme activity in nodules of salt-stressed soybean ( *Glycine max* ), *Acta agriculturae Slovenica*, 101(2), 219–230. <http://doi.org/10.2478/acas-2013-0018>

